

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-208293

(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl.

H05F 3/06

(21)Application number : 11-004055

(71)Applicant : TECHNO RYOWA LTD

(22)Date of filing : 11.01.1999

(72)Inventor : MIZUNO AKIRA  
SUGITA AKIO  
SUZUKI MASANORI  
IZUMI TAKAHARU

## (54) CHARGED PARTICLE CARRIER TYPE IONIZATION DEVICE AND ITS METHOD

### (57)Abstract:

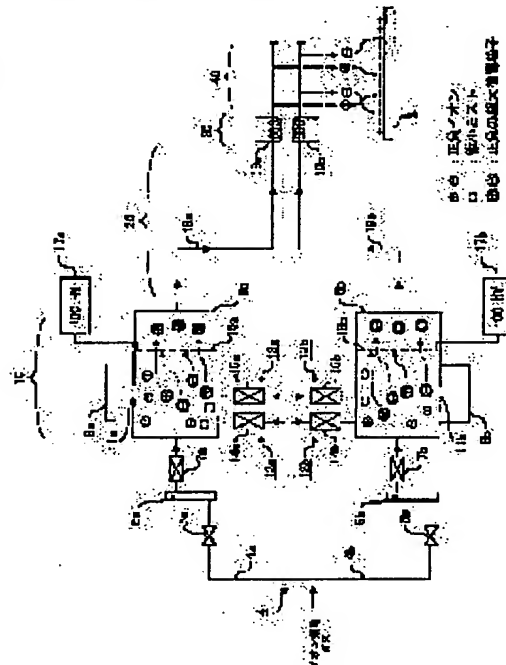
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a charged particle carrying type ionization device and its method capable of discharging even a narrow space without generating ozone, electromagnetic noise, dust and the like, and allowing elongation of an ion carrying distance.

**SOLUTION:** In this device, first and second ion generation chambers 8a, 8b are provided with soft X-ray generation parts 9a, 9b for ionizing an ion carrier gas with soft X-rays to generate positive and negative ions.

The first and second ion generation chambers 8a, 8b are also provided with water vapor supply parts 12a, 12b and lowtemperature gas supply parts 13a, 13b for generating minute mist by cooling water vapor with a low-

temperature gas to make the water vapor in a supersaturated state. Coarse charged particles

generated from the positive and negative ions and the minute mist are carried to a reheating part 30 through carrier tubes 18a, 18b, and are heated in the reheating part 30 to vaporize the minute mist, so that only the positive and negative ions remain behind. The residual positive and negative ions are supplied to a charged body S.



### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A charged particle conveyance type ionization device comprising:

A tube which supplies ion carrier gas [ near the charge body ] in order to remove static electricity.

A humidification means which humidifies ion carrier gas supplied in said tube in a charged particle conveyance type ionization device provided with an ionization means which ionizes a part of ion carrier gas supplied in said tube, and is used as positive/negative ion.

A cooling method which makes a supersaturation state a steam in this ion carrier gas, and generates minute mist by cooling said humidified ion carrier gas.

A big and rough charged particle generating means which mixes said positive/negative ion and said minute mist, considers it as a big and rough charged particle, and supplies this big and rough charged particle to said tube.

[Claim 2] A charged particle conveyance type ionization device comprising:

A tube which supplies ion carrier gas [ near the charge body ] in order to remove static electricity.

In a charged particle conveyance type ionization device provided with an ionization means which ionizes a part of ion carrier gas supplied in said tube, and is used as positive/negative ion, A cooling method which makes water vapor of this air a supersaturation state, and generates minute mist by using air as said ion carrier gas, and cooling said air supplied in said tube.

A big and rough charged particle generating means which mixes said positive/negative ion and said minute mist, considers it as a big and rough charged particle, and supplies this big and rough charged particle to said tube.

[Claim 3] Consider it as a big and rough charged particle which are icy particles characterized by comprising the following, provide a big and rough charged particle generating means which supplies this big and rough charged particle to said tube, and said tube, Said charge body is discharged by an electric charge which particles of said ice have by supplying said big and rough charged particle near said charge body, The charged particle conveyance type ionization device according to claim 1 or 2 washing said charge body surface by flipping off particles on said surface of a charge body by particles of said ice simultaneously.

A cooling method which generates icy particles from a steam in this ion carrier gas by cooling said ion carrier gas containing said steam below to nullity.

Said positive/negative ion and particles of said ice are mixed, and it is an electric charge.

[Claim 4] Provide an ozone generating device which supplies ozone to said ion carrier gas, and said cooling method, By cooling said carrier gas containing said steam and said ozone at less than -80 degree, Generate icy particles from a steam in this ion carrier gas, and generate minute mist of ozone to ozone in this ion carrier gas, and said tube, Said charge body is discharged by an electric charge which particles of said ice and minute mist of said ozone have by supplying said big and rough charged particle near said charge body, Flip off particles on said surface of a charge body by particles of said ice simultaneously, and. The charged particle conveyance type ionization device according to claim 3 washing said charge body surface by decomposing into carbon dioxide and water and removing an organic matter on said charge body according to minute mist of said ozone.

[Claim 5] The charged particle conveyance type ionization device according to claim 1, 2, 3, or 4, wherein said cooling method is a generation-of-gas means to generate low-temperature nitrogen gas.

[Claim 6] The charged particle conveyance type ionization device possessing a reheat means to heat said ion carrier gas in this tube [ near the exit of said tube ], and to evaporate said minute mist according to claim 1 or 2.

[Claim 7] A charged particle conveyance type ionization device comprising:

A tube which supplies ion carrier gas [ near the charge body ] in order to remove static electricity.

A carbon dioxide generating means which generates choke damp of low temperature containing

minute particles of dry ice in a charged particle conveyance type ionization device provided with an ionization means which ionizes a part of ion carrier gas supplied in said tube, and is used as positive/negative ion.

A big and rough charged particle generating means which mixes said positive/negative ion and minute particles of said dry ice, considers it as a big and rough charged particle, and supplies this big and rough charged particle to said tube.

[Claim 8]A tube which supplies ion carrier gas [ near the charge body ] in order to remove static electricity.

An ionization means which ionizes a part of ion carrier gas supplied in said tube, and is used as positive/negative ion.

A carbon dioxide generating means which is the charged particle conveyance type ionization device provided with the above, and generates choke damp of low temperature containing minute particles of dry ice, It is considered as a big and rough charged particle which are minute particles of dry ice which mixes said positive/negative ion and minute particles of said dry ice, and has an electric charge, Provide a big and rough charged particle generating means which supplies this big and rough charged particle to said tube, and said tube, Said charge body is discharged by an electric charge which minute particles of said dry ice have by supplying said big and rough charged particle near said charge body, Said charge body surface is washed by flipping off particles of the surface of said charge body by minute particles of said dry ice simultaneously.

[Claim 9]The charged particle conveyance type ionization device possessing a reheat means to heat said ion carrier gas in this tube [ near the exit of said tube ], and to sublime minute particles of said dry ice according to claim 7.

[Claim 10]A charged particle conveyance type ionization device of claim 1 thru/or 9, wherein said ionization means is a soft-X-ray generator or seal radioisotope given in any 1 paragraph.

[Claim 11]The charged particle conveyance type ionization device according to claim 1, wherein said ion carrier gas is unreactive gas of a high grade and said ionization source is a low energy electron beam generating means, an ultraviolet-rays generating means, surface creepage, or a corona discharge generating means.

[Claim 12]In order to remove static electricity, supply ion carrier gas [ near the charge body ] with a tube, and. In a charged particle conveyance type ionizing method which ionizes a part of ion carrier gas supplied to said tube by an ionization means, By humidifying ion carrier gas supplied in said tube, and cooling said humidified ion carrier gas, A charged particle conveyance type ionizing method a steam in this ion carrier gas is made into a supersaturation state, and minute mist is generated, mixing said positive/negative ion and said minute mist, considering it as a big and rough charged particle, and supplying this big and rough charged particle to said tube.

[Claim 13]In order to remove static electricity, supply ion carrier gas [ near the charge body ] with a tube, and. In a charged particle conveyance type ionizing method which ionizes a part of ion carrier gas supplied to said tube by an ionization means, By using air as said ion carrier gas, and cooling said air supplied in said tube, A charged particle conveyance type ionizing method water vapor of this air is made into a supersaturation state, and minute mist is generated, mixing said positive/negative ion and said minute mist, considering it as a big and rough charged particle, and supplying this big and rough charged particle to said tube.

[Claim 14]By cooling said ion carrier gas containing said steam below to nullity, It is considered as a big and rough charged particle which are icy particles which generate icy particles from a steam in this ion carrier gas, mix said positive/negative ion and said minute mist, and have an electric charge, By supplying this big and rough charged particle to said tube, and supplying said big and rough charged particle near said charge body, The charged particle conveyance type ionizing method according to claim 12 or 13 washing said charge body surface by discharging said charge body by an electric charge which particles of said ice have, and flipping off particles on said surface of a charge body by particles of said ice simultaneously.

[Claim 15]In order to remove static electricity, supply ion carrier gas [ near the charge body ]

with a tube, and. In a charged particle conveyance type ionizing method which ionizes a part of ion carrier gas supplied to said tube by an ionization means, A charged particle conveyance type ionizing method generating choke damp of low temperature containing minute particles of dry ice, mixing said positive/negative ion and minute particles of said dry ice, considering it as a big and rough charged particle, and supplying this big and rough charged particle to said tube.

[Claim 16]In order to remove static electricity, supply ion carrier gas [ near the charge body ] with a tube, and. In a charged particle conveyance type ionizing method which ionizes a part of ion carrier gas supplied to said tube by an ionization means, It is considered as a big and rough charged particle which are minute particles of dry ice which generates choke damp of low temperature containing minute particles of dry ice, mixes said positive/negative ion and minute particles of said dry ice, and has an electric charge, By supplying this big and rough charged particle to said tube, and supplying said big and rough charged particle near said charge body, A charged particle conveyance type ionizing method washing said charge body surface by discharging said charge body by an electric charge which has the minute particles of said dry ice, and flipping off particles of the surface of said charge body by minute particles of said dry ice simultaneously.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the charged particle conveyance type ionization device and method for removing the static electricity mainly generated in a clean room.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, in the clean room which manufactures a semiconductor, a liquid crystal display (following, LCD), etc., generating of static electricity poses a problem. In the case of the clean room of semiconductor manufacture, it causes generating of static electricity that it is low humidity environment, that the plastic container which carries a wafer and a semiconductor device is charged easily, etc. On a wafer surface, this static electricity makes dust adhere, or destroys IC and the semiconductor device on a wafer, and is reducing the yield of a product.

[0003]In the case of LCD, construction material etc. which are different by down stream processing are contacted, and the static electricity by frictional electrification generates it. Since insulation is high and especially the glass substrate used for this LCD tends to generate static electricity in a large area, the electrostatic discharge damage by a lot of static electricity has affected the yield of the product.

[0004]Then, the ionization device which neutralizes the electric charge of a charge body with ion is known from before as a device from which the static electricity in the production environment of such a clean room etc. is removed. This ionization device generates corona discharge by impressing positive or negative high tension to a positive or negative electrode, respectively. And

the air around the above-mentioned electrode tip is ionized to positive and negative, this ion is conveyed according to an air current, and the ion of reverse polarity neutralizes the electric charge on a charge body.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the ionization device using such corona discharge, in order to prevent consumption of the ion by which made generating of ion easy and it was generated, the electrode is allocated near the electric discharge subject in the state where it exposed. For this reason, oxygen in the air ozonated and there was a case where malfunction of a precision mechanical equipment, a computer, etc. was caused, by the electromagnetic waves generated from a discharge electrode at the case where the surface of a silicon wafer oxidizes, and the time of discharge. There was a case where an electrode material disperses from the electrode worn out by corona discharge, or the minute amount gas constituents in the air particle-ized by corona discharge, deposited on an electrode, and carried out a re entrainment.

[0006]The miniaturization is following manufacturing installations, such as a semiconductor and LCD, every year, and it is becoming difficult with the conventional ionization device to secure the installing space optimal in a manufacturing installation in recent years. That is, in order for an ionization device to perform effective electric discharge, the space of size suitable between the electrode for generating ion and an electric discharge subject was required, but it is difficult with the miniaturization of a manufacturing installation in recent years to take such an installing space for an ionization device.

[0007]For example, in the manufacturing process of LCD, a glass substrate is remarkably charged by contact and exfoliation. Therefore, electric discharge is performed from the former by ionization device which was mentioned above. However, since the processing speed of a manufacturing system is quick, a glass substrate is thoroughly stored by the cassette in many cases, without discharging electricity. Within such a cassette, since between the glass substrates and glass substrates which were stored was narrow, when the conventional ionization device was used, it was difficult for the flow of the ionized air not to enter but to discharge a glass substrate. Therefore, the demand to the measure against static electricity in such a narrow space is also increasing.

[0008]In order to solve the above problems, ion is generated within the ion generating unit installed in the place distant from the charge body, the ion is conveyed by the transportation means of a tube etc., and the ionization device of the method which discharges a charge body is examined. In this case, the thing using soft X ray for example as an ion generating unit is known. When this soft X ray is used, even if it ionizes any of air or unreactive gas, ozone does not occur, there are not scattering of an electrode material, deposition of the impurity in the air, and raising dust like a re entrainment, either, and generating of an electromagnetism noise does not take place, either.

[0009]In order to install an ion generating unit in the place distant from the charge body, Compared with the conventional ionization device made to generate ion near the charge body, electricity can be discharged also to a narrow space by there being no necessity of taking the installing space for an ionization device in a manufacturing installation, and conveying ion with a tube.

[0010]However, in the ionization device which conveys ion with such a tube, since the diffusion rate of the ion by which it was generated was quick, the case where some ion adhered to the wall of a tube was during conveyance. That is, in order that ion might decrease in number by adhering, there was a problem that it was difficult to lengthen a tube and the carrying distance of ion had a limit.

[0011]this invention is proposed in order to solve the problem of the above conventional technologies, and it comes out. The purpose is to provide the charged particle conveyance type ionization device and method of discharging electricity also to a narrow space and lengthening carrying distance of ion which can carry out things, without causing generating, raising dust, etc. of a \*\*\*\*\* noise.

[0012]

[Means for Solving the Problem] A charged particle conveyance type ionization device provided with the following. Or in order to remove static electricity, ion carrier gas is supplied [ near the charge body ] with a tube, and it is a charged particle conveyance type ionizing method which ionizes a part of ion carrier gas supplied to said tube by an ionization means, and has the following composition.

A tube which supplies ion carrier gas [ near the charge body ] in order to remove static electricity.

An ionization means which ionizes a part of ion carrier gas supplied in said tube, and is used as positive/negative ion.

[0013] The invention according to claim 1 a humidification means which humidifies ion carrier gas supplied in said tube, and by cooling said humidified ion carrier gas, A cooling method which makes a supersaturation state a steam in this ion carrier gas, and generates minute mist, and said positive/negative ion and said minute mist are mixed, and it is considered as a big and rough charged particle, and is characterized by providing a big and rough charged particle generating means which supplies this big and rough charged particle to said tube.

[0014] By the invention according to claim 12 catching the invention according to claim 1 from a viewpoint of a method, humidifying ion carrier gas supplied in said tube, and cooling said humidified ion carrier gas, A steam in this ion carrier gas is made into a supersaturation state, minute mist is generated, said positive/negative ion and said minute mist are mixed, and it is considered as a big and rough charged particle, and is characterized by supplying this big and rough charged particle to said tube.

[0015] According to the invention given in claims 1 and 12, the following operations are obtained. That is, ion carrier gas is ionized to positive/negative ion, and by humidifying and cooling ion carrier gas, a steam in ion carrier gas is made into a supersaturation state, and minute mist is generated. By mixing minute mist with these positive/negative ion, positive/negative ion adheres to minute mist by collision etc., and a big and rough charged particle of positive/negative is generated. This big and rough charged particle is conveyed [ near the charge body ] by a tube, neutralizes a charge body, and removes static electricity.

[0016] Thus, speed which moves to a wall from a center of a tube of a big and rough charged particle, i.e., a diffusion rate, falls remarkably by making positive/negative ion into a big and rough charged particle by an electric field which charged particle clouds form themselves in a tube. For this reason, quantity of ion eventually supplied to a charge body can be prevented from being able to decrease quantity of ion adhering to a wall of a tube during conveyance, and decreasing. Therefore, it becomes possible to lengthen a tube enough and carrying distance of ion can be extended as compared with the former.

[0017] By the invention according to claim 2 using air as said ion carrier gas, and cooling said air supplied in said tube, A cooling method which makes water vapor of this air a supersaturation state, and generates minute mist, and said positive/negative ion and said minute mist are mixed, and it is considered as a big and rough charged particle, and is characterized by providing a big and rough charged particle generating means which supplies this big and rough charged particle to said tube.

[0018] By the invention according to claim 13 catching the invention according to claim 2 from a viewpoint of a method, using air as said ion carrier gas, and cooling said air supplied in said tube, Water vapor of this air is made into a supersaturation state, minute mist is generated, said positive/negative ion and said minute mist are mixed, and it is considered as a big and rough charged particle, and is characterized by supplying this big and rough charged particle to said tube.

[0019] According to the invention according to claim 2 or 13, in order to use air as ion carrier gas, claim 1 or a humidification means of 12 is unnecessary. That is, by cooling water vapor of the air, it will be in a supersaturation state and minute mist occurs. When this minute mist and positive/negative ion are mixed, a big and rough charged particle is generated and this big and rough charged particle is conveyed near the charge body by a tube. For this reason, like the

invention according to claim 1 or 12, during conveyance, quantity of ion adhering to a wall of a tube can be decreased, and carrying distance of ion can be lengthened.

[0020]The invention according to claim 3 by cooling said ion carrier gas containing said steam below to nullity in the invention according to claim 1 or 2, A cooling method which generates icy particles from a steam in this ion carrier gas, It is considered as a big and rough charged particle which are icy particles which mix said positive/negative ion and particles of said ice, and have an electric charge, When a big and rough charged particle generating means which supplies this big and rough charged particle to said tube is provided and said tube supplies said big and rough charged particle near said charge body, Said charge body is discharged by an electric charge which particles of said ice have, and it is characterized by washing said charge body surface by flipping off particles of the surface of said charge body by particles of said ice simultaneously.

[0021]In [ the invention according to claim 14 catches the invention according to claim 3 from a viewpoint of a method, and ] the invention according to claim 12 or 13, By cooling said ion carrier gas containing said steam below to nullity, It is considered as a big and rough charged particle which are icy particles which generate icy particles from a steam in this ion carrier gas, mix said positive/negative ion and said minute mist, and have an electric charge, By supplying this big and rough charged particle to said tube, and supplying said big and rough charged particle near said charge body, Said charge body is discharged by an electric charge which particles of said ice have, and it is characterized by washing said charge body surface by flipping off particles on said surface of a charge body by particles of said ice simultaneously.

[0022]According to the invention according to claim 3 or 14, icy particles occur by cooling a steam in ion carrier gas below at nullity. By carrying out electrification of the particles of this ice with positive/negative ion, it becomes a big and rough charged particle, and is conveyed near the charge body by a tube. Particles on a charge body are flipped off by icy particles at the same time a charge body is discharged by electric charge which icy particles have at this time. For this reason, it becomes possible to wash the charge body surface. Thus, since particles of a solid with large mass are sprayed on an object surface and washed, a high cleaning effect can be acquired compared with a case where fluids, such as water and air, are sprayed and washed.

[0023]The invention according to claim 4 possesses an ozone generating device which supplies ozone to said ion carrier gas in the invention according to claim 3, When said cooling method cools said carrier gas containing said steam and said ozone at less than  $-80$  degree, When icy particles are generated from a steam in this ion carrier gas, and minute mist of ozone to ozone in this ion carrier gas is generated and said tube supplies said big and rough charged particle near said charge body, Discharge said charge body by an electric charge which particles of said ice and minute mist of said ozone have, and flip off particles on said surface of a charge body by particles of said ice simultaneously, and. By decomposing into carbon dioxide and water and removing an organic matter on said charge body according to minute mist of said ozone, it is characterized by washing said charge body surface.

[0024]According to the invention according to claim 4, when ozone is supplied into ion carrier gas and the ion carrier gas is cooled by less than  $-80$  degree, icy particles and minute mist of ozone are generated, and it becomes a big and rough charged particle, and is conveyed near the charge body by a tube. Particles on a charge body are flipped off by icy particles at the same time a charge body is discharged by electric charge which icy particles and minute mist of ozone have at this time, and it is decomposed into carbon dioxide and water by minute mist of ozone, and an organic matter on a charge body is removed. For this reason, the charge body surface can be washed efficiently.

[0025]The invention according to claim 5 is characterized by said cooling method being a generation-of-gas means to generate low-temperature nitrogen gas in the invention according to claim 1, 2, 3, or 4. According to the invention according to claim 5, ion carrier gas will be cooled by low-temperature nitrogen gas, a steam in ion carrier gas will be in a supersaturation state, minute mist occurs or a steam serves as icy particles. Therefore, a big and rough charged particle is generable with easy composition.

[0026]The invention according to claim 6 is characterized by providing a reheat means to heat said ion carrier gas in this tube [ near the exit of said tube ], and to evaporate said minute mist



in the invention according to claim 1 or 2. According to the invention according to claim 6, by heating the neighborhood of an exit of a tube, for example with an electric heater etc., minute mist evaporates, it becomes positive/negative ion, and they are supplied to a charge body.

[0027]A carbon dioxide generating means which generates choke damp of low temperature in which the invention according to claim 7 contains minute particles of dry ice, Said positive/negative ion and minute particles of said dry ice are mixed, and it is considered as a big and rough charged particle, and is characterized by providing a big and rough charged particle generating means which supplies this big and rough charged particle to said tube.

[0028]The invention according to claim 15 catches the invention according to claim 6 from a viewpoint of a method, Choke damp of low temperature containing minute particles of dry ice is generated, and said positive/negative ion and minute particles of said dry ice are mixed, and it is considered as a big and rough charged particle, and is characterized by supplying this big and rough charged particle to said tube.

[0029]According to the invention according to claim 7 or 15, the following operations are obtained. That is, minute particles of carbon dioxide, i.e., particles of dry ice, are generated, and a big and rough charged particle of positive/negative is generated by mixing it and positive/negative ion. By conveying this big and rough charged particle with a tube, like the invention according to claim 1, 2, 12, or 13 mentioned above, quantity of ion adhering to a wall of a tube can be decreased, and carrying distance of ion can be lengthened during conveyance.

[0030]A carbon dioxide generating means which generates choke damp of low temperature in which the invention according to claim 8 contains minute particles of dry ice, It is considered as a big and rough charged particle which are minute particles of dry ice which mixes said positive/negative ion and minute particles of said dry ice, and has an electric charge, When a big and rough charged particle generating means which supplies this big and rough charged particle to said tube is provided and said tube supplies said big and rough charged particle near said charge body, Said charge body is discharged by an electric charge which minute particles of said dry ice have, and it is characterized by washing said charge body surface by flipping off particles of the surface of said charge body by minute particles of said dry ice simultaneously.

[0031]The invention according to claim 16 catches the invention according to claim 8 from a viewpoint of a method, It is considered as a big and rough charged particle which are minute particles of dry ice which generates choke damp of low temperature containing minute particles of dry ice, mixes said positive/negative ion and minute particles of said dry ice, and has an electric charge, By supplying this big and rough charged particle to said tube, and supplying said big and rough charged particle near said charge body, Said charge body is discharged by an electric charge which has the minute particles of said dry ice, and it is characterized by washing said charge body surface by flipping off particles of the surface of said charge body by minute particles of said dry ice simultaneously.

[0032]According to the invention according to claim 8 or 16, in order to supply a big and rough charged particle which carried out electrification of the particles of dry ice to a charge body, while a charge body is discharged by the electric charge, particles on a charge body are flipped off by particles of dry ice, and the charge body surface can be washed by them. Thus, compared with a case where fluids, such as water and air, are sprayed and washed, a high cleaning effect can be acquired by spraying particles of a solid with large mass on the surface of an object, and washing them.

[0033]The invention according to claim 9 is characterized by providing a reheat means to heat said ion carrier gas in this tube [ near the exit of said tube ], and to sublimate minute particles of said dry ice in the invention according to claim 7. According to the invention according to claim 9, by heating the neighborhood of an exit of a tube, for example with an electric heater etc., dry ice sublimates, it becomes positive/negative ion, and they are supplied to a charge body.

[0034]The invention according to claim 10 is characterized by said ionization means being a soft-X-ray generator or seal radioisotope in an invention of claim 1 thru/or 9 given in any 1 paragraph. According to the invention according to claim 10, generating of ozone and an electromagnetism noise and raising dust can be lost in the case of ionization.

[0035]In the invention according to claim 1, said ion carrier gas is unreactive gas of a high grade,



and the invention according to claim 11 is characterized by said ionization source being a low energy electron beam generating means, an ultraviolet-rays generating means, surface creepage, or a corona discharge generating means. According to the invention according to claim 11, generating of ozone and an electromagnetism noise and raising dust can be lost by using unreactive gas containing oxygen to such an extent that ozone, such as high grade  $N_2$  gas, is not generated as gas.

[0036]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the concrete embodiment of this invention is described with reference to drawings.

[0037][1. 1st embodiment]

[1-1. composition] Drawing 1 is a mimetic diagram showing the composition of the ionization device by a 1st embodiment of this invention. As shown in the figure, the ionization device comprises the big and rough charged particle generating part 10, the transportation part 20, the reheating section 30, and the mixing part 40. The feed pipe 4 which is a gas supply means which supplies unreactive gas, such as air in a clean room etc. or high grade  $N_2$  gas (henceforth ion carrier gas) is formed in the big and rough charged particle generating part 10, and it is allocated in the 2-way by the branch pipe. Each feed pipe 4a and 4b is connected to the entrance side of the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b via the valves 5a and 5b, the flow instruments 6a and 6b, and the membrane filters 7a and 7b.

[0038]"High grade  $N_2$  gas" shall be  $N_2$  gas by which the oxygen density does not generate ozone including oxygen or the steam of a grade which form an anion and which is a grade (about 5% or less) here.

[0039]The outlet sides which counter the above-mentioned entrance side are the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b with the terminal area with the transportation part 20. The soft-X-ray generators 9a and 9b are formed in the side (or upper surface) of the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b as an ionization means, respectively. These soft-X-ray generators 9a and 9b are constituted so that the ion carrier gas supplied from the above-mentioned feed pipes 4a and 4b may be ionized, respectively within the 1st and the 2nd ion generation chamber 8a, and 8b. Here, the soft-X-ray windows of source container 11a and 11b are formed in the connection section with the ion generation chambers 8a and 8b of the soft-X-ray generating parts 9a and 9b, and soft X ray is irradiated from here in the 1st and the 2nd ion generation chamber 8a, and 8b.

[0040]The steam feed zones 12a and 12b which are humidification means, and the low temperature gas feed zones 13a and 13b using the fluid  $N_2$  gas bomb etc. which are cooling methods are formed in the side (or upper surface) of the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b. That is, a steam and low temperature gas, such as  $N_2$  gas, are supplied from the water vapor generator and low temperature gas generator which are not illustrated via the filters 14a and 14b, and 15a and 15b in the 1st and the 2nd ion generation chamber 8a, and 8b, respectively. When using air as ion carrier gas, the above-mentioned steam feed zones 12a and 12b may be omitted.

[0041]By cooling the steam supplied from these steam feed zones 12a and 12b with the low temperature gas supplied from the low temperature gas feed zones 13a and 13b, it will be in a supersaturation state and minute mist occurs. [ and / in the 1st and the 2nd ion generation chamber 8a, and 8b ], When the ion (namely, minute charged particle) of positive/negative by which it was generated by irradiating the ion carrier gas supplied with soft X ray adheres to the above-mentioned minute mist, the big and rough charged particle which uses positive or negative ion as a core is generated. The above 1st and the 2nd ion generation chamber 8a and 8b support the big and rough charged particle generating means given in claims 1, 2, and 7.

[0042]The filter electrodes 16a and 16b of honeycomb shape are formed, respectively in the space along which a big and rough exit slippage, i.e., the above, charged particle passes from the soft-X-ray windows of source container 11a and 11b in the 1st and the 2nd ion generation chamber 8a, and 8b. The high voltage power 17b of the negative electrode is connected to the

DC high voltage power 17a of an anode, and the filter electrodes 16b at the filter electrodes 16a, respectively. That is, the big and rough charged particle of an antipole is absorbed by impressing the voltage of the big and rough charged particle which wants to take out the filter electrodes 16a and 16b from the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b, and like-pole nature. Thereby, by the 1st ion generation chamber 8a, by the big and rough charged particle [ of an anode ], and 2nd ion generation chamber 8b, unipolar separation is carried out and the big and rough charged particle of a negative electrode is supplied to the transportation part 20 through the filter electrodes 16a and 16b from the outlet side of the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b.

[0043]The conveyance tubes 18a and 18b of the transportation part 20 are connected to the above-mentioned outlet side of the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b. As construction material of these conveyance tubes 18a and 18b, Teflon, polypropylene, or VCM/PVC is used, for example.

[0044]The reheating section 30 is located before [ exit ] the conveyance tubes 18a and 18b, and has the composition of heating the inside of the conveyance tubes 18a and 18b with the electric heaters 19a and 19b. That is, by heating the big and rough charged particle in the conveyance tube 18a and 18b, minute mist is evaporated and it becomes positive or negative ion.

[0045]In the mixing part 40 connected to the reheating section 30, it is conveyed by the above-mentioned conveyance tube 18a, and is mixed with the positive ion taken out by the reheating section 30, and the anion which was conveyed by the conveyance tube 18b and taken out by the reheating section 30. That is, the ion of positive/negative is mixed near the exit of the conveyance tubes 18a and 18b, and it is supplied towards the charge body S arranged near the exit.

[0046][1-2. operation effect] Next, the operation effect of this embodiment which has the composition mentioned above is explained. That is, in this embodiment, the electric charge on the charge body S is discharged as follows. First, in the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b, the air or unreactive gas supplied from the feed pipes 4a and 4b serves as ion of positive/negative, when soft X ray is irradiated by the soft-X-ray generating parts 9a and 9b.

[0047]In the 1st and the 2nd ion generation chamber 8a, and 8b, a steam is supplied from the steam feed zones 12a and 12b, and low temperature gas, such as low-temperature  $N_2$  gas, is supplied from the low temperature gas feed zones 13a and 13b, respectively. The steam supplied from the steam feed zones 12a and 12b will be cooled by low temperature gas by this, it will be in a supersaturation state, and minute mist occurs. For this reason, when the ion of positive/negative by which it was generated, i.e., a minute charged particle, adheres to minute mist, the big and rough charged particle of positive/negative is generated.

[0048]And in the 1st ion generation chamber 8a, since the voltage of the anode is impressed to the filter electrodes 16a, the big and rough charged particle generated by the filter electrodes 16a from the anion is absorbed. Thereby, the big and rough charged particle generated from the positive ion is supplied to the transportation part 20 through the filter electrodes 16a. On the other hand, in the 2nd ion generation chamber 8b, since the voltage of the negative electrode is impressed to the filter electrodes 16b, the big and rough charged particle generated by the filter electrodes 16b from the positive ion is absorbed. Thereby, the big and rough charged particle generated from the anion is supplied to the transportation part 20 through the filter electrodes 16b.

[0049]Thus, the big and rough charged particle of the positive/negative supplied to the transportation part 20 is conveyed to the reheating section 30 by the conveyance tubes 18a and 18b, respectively. And by being heated by the electric heaters 19a and 19b in the reheating section 30, minute mist evaporates, and it becomes a positive ion by the conveyance tube 18a, and becomes an anion by the conveyance tube 18b. It is mixed in the mixing part 40, and these are supplied to the charge body S, and neutralize the electric charge of the positive/negative of the charge body S, respectively.

[0050]In the case of a positive ion, the diameter of the atmospheric ion by which it is generated in the ion generation chambers 8a and 8b which were mentioned above, i.e., a minute charged particle, is about 1 nm, and, in the case of an anion, it is smaller than a positive ion about 2 to 30

percent. The electric mobility of the ion of these positive/negative is  $1.26 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{Vs}$  and  $1.56 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{Vs}$ , respectively.

[0051] Here, the electric mobility to the size of a charged particle is shown to drawing 2. As shown in this graph, when the diameter of the big and rough charged particle by which ion is generated by minute mist by adhering is 0.1 micrometer, electric mobility falls to  $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  ( $10^{-8} \text{ m}^2/\text{Vs}$ ). As a result, the speed of the charged particle which moves to a wall from the center of the conveyance tubes 18a and 18b becomes remarkably slow by the conveyance tube 18a and the electric field which charged particle clouds form themselves in 18b. For this reason, the number of the ion eventually supplied to the charge body S can be prevented from being able to decrease the number of the ion adhering to the wall of the conveyance tubes 18a and 18b during conveyance, and decreasing. Therefore, it becomes possible to lengthen the conveyance tubes 18a and 18b enough, and the carrying distance of ion can be extended compared with the former.

[0052] In this embodiment, since soft X ray is used as an ionization source, even if it ionizes any of air or unreactive gas, ozone does not occur. There are not scattering of an electrode material, deposition of the impurity in the air, and raising dust like a re entrainment, and an electromagnetism noise is not generated, either. Since it is the composition of conveying the big and rough charged particle of the ion generation chamber 8a arranged separately and the positive/negative generated within 8b to near the charge body S by the conveyance tubes 18a and 18b, electricity can be discharged also to narrow spaces, such as a crevice between the glass substrates stored, for example in the cassette.

[0053] [2. 2nd embodiment]

[2-1. composition] Drawing 3 is a mimetic diagram showing the composition of the ionization device by a 2nd embodiment of this invention. In the figure, about the same member as a 1st embodiment shown in drawing 1 mentioned above, the same numerals are attached and the explanation is omitted.

[0054] Although generating of positive/negative ion and generating of the big and rough charged particle were performed as the big and rough charged particle generating part 10 in a 1st embodiment mentioned above within the 1st and the 2nd ion generation chamber 8a, and 8b, the ion generating section 101 and the particle generating part 102 are separately formed in this embodiment. That is, the big and rough charged particle generating part 10 consists of the ion generating section 101 which comprises the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b, and the particle generating part 102 which generates a big and rough charged particle from ion.

[0055] Therefore, in the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b, the air or unreactive gas supplied by the soft-X-ray generating parts 9a and 9b from the feed pipes 4a and 4b is ionized. And by the 1st ion generation chamber 8a, when an anion is absorbed by the filter electrodes 16a, unipolar separation of the positive ion is carried out, and when a positive ion is absorbed by the filter electrodes 16b, unipolar separation of the anion is carried out by the 2nd ion generation chamber 8b.

[0056] The casings 21a and 21b are formed in the particle generating part 102, and the ion of positive/negative by which it is generated from the 1st and 2nd ion generation chambers 8a and 8b, respectively is supplied to it. The steam feed zones 12a and 12b and the low temperature gas feed zones 13a and 13b are formed in the side (or upper surface) of the casings 21a and 21b, and a steam and low temperature gas, such as  $\text{N}_2$  gas, are supplied to the inside of the casing 21a and 21b, respectively. That is, like a 1st embodiment, by cooling a steam with low temperature gas, a supersaturation state is used and it has the composition of generating minute mist, in the inside of the casing 21a and 21b. And when the ion of the positive/negative supplied to the inside of these casings 21a and 21b adheres to the above-mentioned minute mist, a big and rough charged particle is generated.

[0057] The above-mentioned particle generating part 102 is connected to the transportation part 20, and the big and rough charged particle of the positive/negative generated from each casings 21a and 21b is supplied to the conveyance tubes 18a and 18b.

[0058] [2-2. operation effect] Next, the operation effect of this embodiment which has the

composition mentioned above is explained. That is, in this embodiment, the electric charge on the charge body S is discharged like a 1st embodiment mentioned above. That is, an anion is absorbed by the filter electrodes 16a among the ion of positive/negative by which it was generated in the 1st ion generation chamber 8a of the ion generating section 101, and a positive ion is supplied to the casing 21a of the particle generating part 102 through the filter electrodes 16b. On the other hand, in the 2nd ion generation chamber 8b, a positive ion is absorbed by the filter electrodes 16b, and an anion is supplied to the casing 21b through the filter electrodes 16b.

[0059]At this time, a steam is supplied to the inside of the casing 21a and 21b from the steam feed zones 12a and 12b, and low temperature gas, such as  $N_2$  gas, is supplied from the low temperature gas feed zones 13a and 13b. The steam supplied from the steam feed zones 12a and 12b will be cooled by low temperature gas by this, it will be in a supersaturation state, and minute mist occurs. For this reason, when the ion of positive/negative by which it was generated, i.e., a minute charged particle, adheres to minute mist, the big and rough charged particle which uses ion as a core is generated.

[0060]By being conveyed by the conveyance tubes 18a and 18b, respectively, and heating with the electric heaters 19a and 19b in the reheating section 30 like a 1st embodiment, minute mist evaporates the big and rough charged particle of these positive/negative, and it serves as ion of positive/negative. And it is mixed in the mixing part 40, the charge body S is supplied, and the electric charge of the positive/negative of the charge body S is neutralized, respectively.

[0061]As mentioned above, the speed which moves to a wall from the conveyance tube 18a of a charged particle and the center of 18b becomes remarkably slow by the electric field which charged particle clouds form themselves in the conveyance tube 18a and 18b like a 1st embodiment by this embodiment. For this reason, the quantity of the ion adhering to the conveyance tubes 18a and 18b can be decreased during conveyance, and it becomes possible to lengthen carrying distance of ion.

[0062][Embodiment] besides 3. In addition, various modes as not limited to the embodiment mentioned above and shown below are also possible for this invention. That is, the shape or attaching position, and method of each concrete member can be changed suitably. For example, it may be not the composition that conveys a unipolar big and rough charged particle independently like each embodiment mentioned above but the composition of conveying the big and rough charged particle of two poles.

[0063]As a means to cool the ion carrier gas containing a steam, it may be not only nitrogen but other low temperature gas. It may be the method of cooling a part or the whole of an ion generation chamber with a refrigerant or thermo-electric refrigeration elements, such as liquid nitrogen and water, etc., and cooling ion carrier gas indirectly.

[0064]Minute mist is not generated with a steam and low-temperature nitrogen gas, but it may be made to generate the particles of dry ice corresponding to the size (submicron order) of minute mist. And by a nozzle, the choke damp containing such particles is blown into the ion generation chambers 8a and 8b or the casing 21a, and 21b (drawing 3), and electrification is carried out with positive/negative ion. In this case, a liquefied carbon dioxide can be used as a generating means of carbon dioxide.

[0065]And the big and rough charged particle which carried out electrification of the particles of dry ice with positive/negative ion is conveyed by the conveyance tubes 18a and 18b like the case where a steam is used, it heats by the reheating section 30, the particles of dry ice are sublimated, and the charge body S is discharged with the remaining positive/negative ion.

[0066]In the case of the method which conveys the particles of dry ice in this way, it is good also as composition which supplies the big and rough charged particle conveyed by the conveyance tubes 18a and 18b to the charge body S as it is without forming the reheating section 30. Thereby, while discharging the charge body S, by the particles of dry ice, the particles on the charge body S are flipped off, and the surface of the charge body S can be washed.

[0067]When cooling a steam, it may be made to generate icy particles by cooling below to nullity, even when using a steam. Thereby, like the particles of the above-mentioned dry ice, by icy

particles, the particles on the charge body S are flipped off, and the surface can be washed. Thus, the method of spraying the particles of a solid with big mass on the surface of an object, and washing them has a high cleaning effect compared with the method of spraying and washing fluids, such as water and air.

[0068]As an ionization means, not only a soft-X-ray generator but a low energy electron beam generator, seal radioisotope, an ultraviolet ray generator, surface creepage, or a corona discharge generator etc. may be used. As a low energy electron beam generator, the micro electron beam irradiation tube tube by USHIO, INC. can be used, for example, and what takes out an electron beam (soft electron) with the low operating voltage of several 10 kV can be used.

[0069]When ionizing with the above-mentioned low energy electron beam generator, an ultraviolet ray generator, surface creepage, or a corona discharge generator, in order to prevent generating of ozone, unreactive gas, such as high grade N<sub>2</sub> gas, is ionized. When using a low energy electron beam generator, an ultraviolet ray generator, etc., make it irradiate with each line like the case of a soft-X-ray generator via the window of source container provided in the ion generation chambers 8a and 8b. When using seal radioisotope, itself is installed in an ion generation chamber. When using surface creepage or a corona discharge generator, an ion generating section is installed in the ion generation chamber 8a and 8b.

[0070]An ozone generating device is formed and it may be made to supply ozone to ion carrier gas in the ionization device in each embodiment mentioned above. In this case, ozone is supplied to the charge body S, without generating and reheating the minute mist of ozone, and icy particles by cooling ion carrier gas at -80 \*\* or less by low-temperature N<sub>2</sub> gas etc., in order to liquefy at less than -80 \*\*. The charge body S is discharged by this by the electric charge which icy particles and the minute mist of ozone have, and the particles on the charge body S are removed by icy particles. Since ozone has the character which disassembles an organic matter by the powerful oxidation, the organic matter on the charge body S is disassembled into carbon dioxide and water by the minute mist of this ozone, and it is removed. Thus, icy particles and the minute mist of ozone enable it to wash the charge body S surface.

[0071][— 4. — experimental result] — here, a minute charged particle (ion) is made big and rough to drawing 4, and is conveyed to it, and the schematic diagram of the experimental device which discharges a charge body is shown in it. In this experimental device, the just electrified metal plate is discharged by a negative big and rough charged particle. In the figure, air is incorporated by 110 L/min via the air pump 51, the valve 52, and the flow instrument 53. This air is mixed with the low-temperature nitrogen gas emitted from the low-temperature nitrogen gas generator 55 via T character joint 54.

[0072]The low-temperature nitrogen gas generator 55 has composition which has arranged the container 56 made from polyethylene into which liquid nitrogen (boiling point: -196 \*\*) was put in the tank 57 containing the water of ordinary temperature. That is, low-temperature nitrogen gas is generated by evaporating the liquid nitrogen in the container 56 with the water in the tank 57. By mixing with such low-temperature nitrogen gas, the water vapor of the air will be in a supersaturation state. And such air is blown into the ion generation chamber 58.

[0073]As for the ion generation chamber 58, width is set to about 5 cm, height is set to about 5 cm, length has become about 25 cm, and the soft-X-ray generator 60 is formed in the upper surface or the side via the window of source container 59. That is, the soft X ray generated from this soft-X-ray generator 60 is irradiated in the ion generation chamber 58 through the window of source container 59, and it is generated by the ion of positive/negative in the ion generation chamber 58.

[0074]As mentioned above, since the steam is a supersaturation state, the air blown into the ion generation chamber 58 includes minute mist. Therefore, within the ion generation chamber 58, when the ion of positive/negative by which it was generated with soft X ray adheres to the above-mentioned minute mist, the big and rough charged particle of positive/negative occurs.

[0075]In the ion generation chamber 58, the filter electrodes 61 of honeycomb shape are formed near the exit, and the back plate 62 is formed in the internal surface of an entrance side from these filter electrodes 61. Negative high tension is impressed to these filter electrodes 61 and

the back plate 62 by the negative high voltage power supply 63. By this, as mentioned above, a positive big and rough charged particle is absorbed by the filter electrodes 61 and the back plate 62 among the big and rough charged particles of the generated positive/negative, and only a negative big and rough charged particle flows into the conveyance tube 64. This conveyance tube 64 is a product made from Teflon, an inside diameter is set to about 15 mm, and length has become about 2 m.

[0076]The metal plate (15 cm x 15 cm) 66 of the electrifying plate monitor 65 like CPM210 by the U.S. ion systems company is arranged near the exit of the above-mentioned conveyance tube 64, for example. And the air containing negative big and rough charged particle clouds is sprayed on the metal plate 66 from the conveyance tube 64. Here, the metal plate 66 is beforehand charged in +1 kV, and measures time until this metal plate 66 is neutralized by the negative big and rough charged particle by the electrifying plate monitor 65 and potential declines to +0.1 kV. That is, it turns out that there are many negative big and rough charged particles conveyed by the conveyance tube 64, so that this potential attenuation time is short.

[0077]Negative ion is beforehand conveyed by the conveyance tube 64 as it is, without making ion make it big and rough within the ion generation chamber 58, and the time at the time of spraying the metal plate 66 is measured. As a result, when ion was made big and rough to potential attenuation time having been about 30 seconds when not making ion make it big and rough (i.e., when a big and rough charged particle is generated and conveyed), potential attenuation time was 1 or less second.

[0078]By making big and rough the ion which is a minute charged particle, and considering it as a big and rough charged particle from the above thing, the quantity of the ion adhering to a tube inner wall can be reduced, and it becomes possible to convey many ion. Although the above-mentioned experimental device showed the case where a negative big and rough charged particle was conveyed, the same may be said of the case of a positive big and rough charged particle. It is also the same as when making two-poles ion big and rough and conveying it.

[0079]

[Effect of the Invention]Since according to this invention it is considered as a big and rough charged particle and this big and rough charged particle is conveyed with a tube by mixing with minute mist etc. the positive/negative ion which is a minute charged particle as mentioned above, the quantity of the ion adhering to the wall of a tube can be decreased during conveyance. Therefore, carrying distance of ion can be lengthened. Therefore, it becomes possible to fully discharge electricity also to a narrow space.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a mimetic diagram showing the composition of the charged particle conveyance type ionization device by a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a graph which shows the electric mobility to the size of a charged particle.

[Drawing 3] It is a mimetic diagram showing the composition of the charged particle conveyance type ionization device by a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 4] It is a mimetic diagram showing the composition of the experimental device which makes a minute charged particle big and rough, and conveys it.

[Description of Notations]

10 -- Big and rough charged particle generating part

20 -- Transportation part

30 -- Reheating section

40 -- Mixing part

4, 4a, 4b -- Feed pipe

5a, 5b -- Valve

6a, 6b -- Flow instrument

7a, 7b -- Membrane filter

8a -- the -- the ion generation chamber of one

8b -- the -- the ion generation chamber of two

9a, 9b -- Soft-X-ray generator

11a, 11b -- Soft-X-ray window of source container

12a, 12b -- Steam feed zone

13a, 13b -- Low temperature gas feed zone

14a, 14b, 15a, 15b -- Filter

16a, 16b -- Filter electrodes

17a, 17b -- DC high voltage power

18a, 18b -- Conveyance tube

19a, 19b -- Electric heater

101 -- Ion generating section

102 -- Particle generating part

21a, 21b -- Casing

---

[Translation done.]

**\*NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

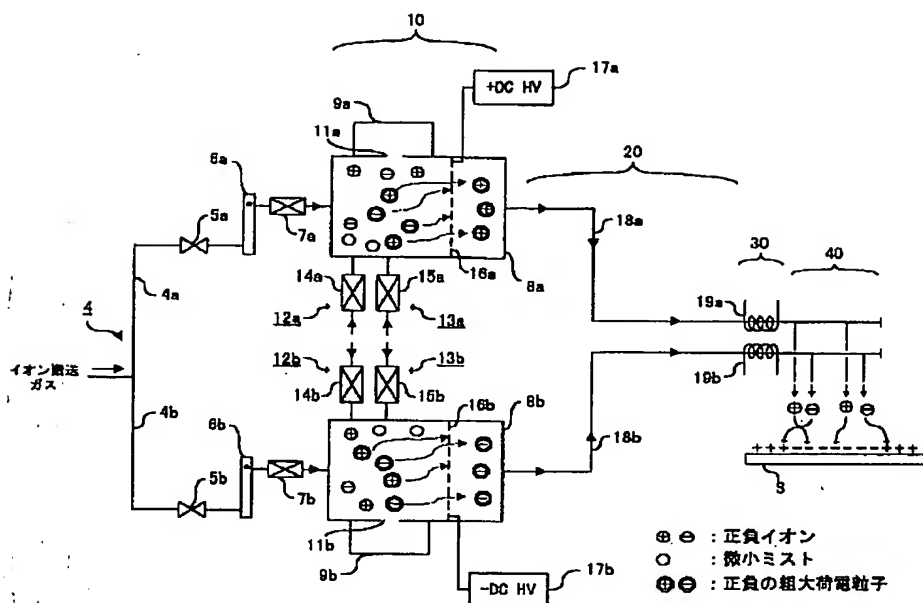
---

**DRAWINGS**

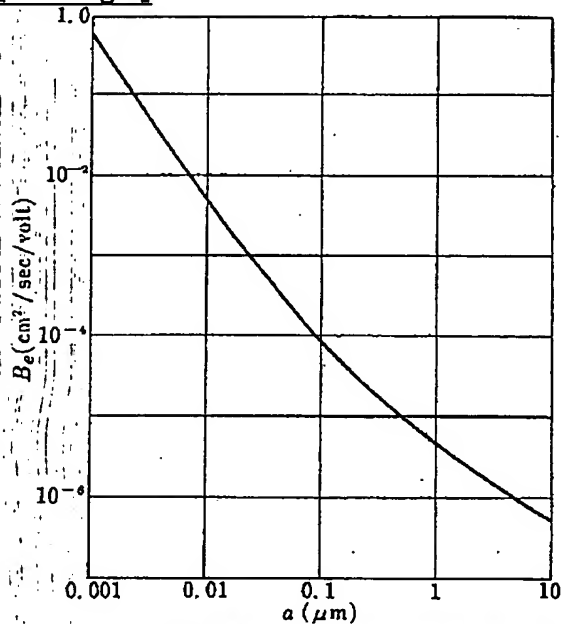
---

[Drawing 1]



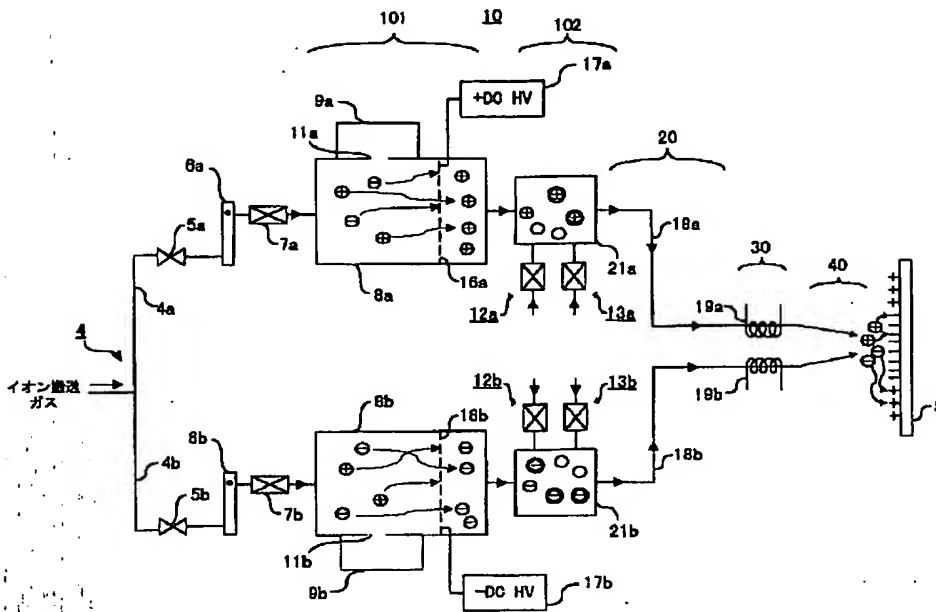


[Drawing 2]

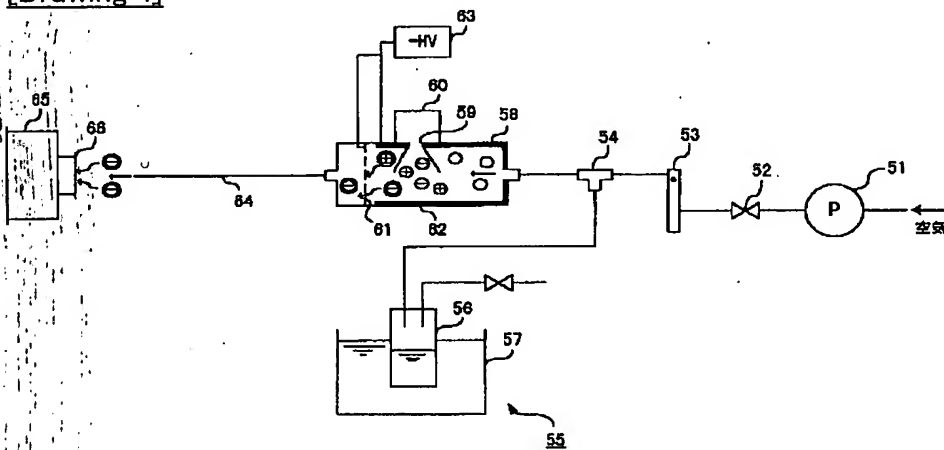


単位電荷を有する粒子の電気移動度

[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-208293  
(P2000-208293A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 5 F 3/06

識別記号

F I

H 0 5 F 3/06

テーマコード\* (参考)

5 G 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-4055

(22) 出願日

平成11年1月11日 (1999.1.11)

(71) 出願人 000236160

株式会社テクノ菱和

東京都港区南青山2丁目3番6号

(72) 発明者 水野 彰

愛知県豊橋市北山町字東浦2番地の1 (2-402)

(72) 発明者 杉田 章夫

東京都港区南青山2丁目3番6号 株式会社テクノ菱和内

(74) 代理人 100081961

弁理士 木内 光春

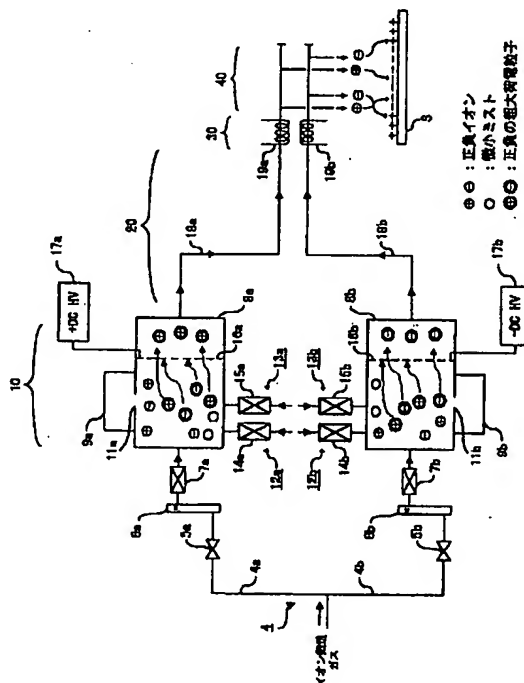
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子搬送式イオン化装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 オゾンや電磁ノイズの発生及び発塵等を起こすことなく、狭いスペースに対しても除電が可能であり、且つ、イオンの搬送距離を長くすることができる荷電粒子搬送式イオン化装置及び方法を提供する。

【解決手段】 第1及び第2のイオン発生チャンバ8a, 8bに、軟X線発生部9a, 9bを設け、イオン搬送ガスを軟X線によりイオン化して正負イオンとする。第1及び第2のイオン発生チャンバ8a, 8bに水蒸気供給部12a, 12bと低温ガス供給部13a, 13bを設け、水蒸気を低温ガスで冷却することにより過飽和状態にし、微小ミストを発生する。上記正負イオンと微小ミストとから、粗大荷電粒子が生成され、この粗大荷電粒子を搬送チューブ18a, 18bによって搬送する。再熱部30において加熱により微小ミストを気化し、正負イオンのみを残留させ、それらを帯電体Sに供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 静電気を除去するために帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給するチューブと、前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化して正負イオンとするイオン化手段とを備えた荷電粒子搬送式イオン化装置において、

前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスを加温する加温手段と、

前記加温されたイオン搬送ガスを冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させる冷却手段と、

前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 2】 静電気を除去するために帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給するチューブと、前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化して正負イオンとするイオン化手段とを備えた荷電粒子搬送式イオン化装置において、

前記イオン搬送ガスとして空気を使用し、

前記チューブ内に供給する前記空気を冷却することにより、該空気中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させる冷却手段と、

前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 3】 前記水蒸気を含む前記イオン搬送ガスを零度以下に冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気から氷の微粒子を発生させる冷却手段と、

前記正負イオンと前記氷の微粒子とを混合させて電荷を有する氷の微粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備し、

前記チューブは、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記氷の微粒子の有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記氷の微粒子によって前記帯電体表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 4】 前記イオン搬送ガスにオゾン进行供給するオゾン発生装置を具備し、

前記冷却手段は、前記水蒸気及び前記オゾンを含む前記搬送ガスを -80 度以下に冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気から氷の微粒子を発生させると共に該イオン搬送ガス中のオゾンからオゾンの微小ミストを生成し、

前記チューブは、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記氷の微粒子及び前記オゾン

の微小ミストの有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記氷の微粒子によって前記帯電体表面の微粒子を弾き飛ばすと共に、前記オゾンの微小ミストによって前記帯電体上の有機物を二酸化炭素と水とに分解して除去することにより、前記帯電体表面を洗浄することを特徴とする請求項 3 記載の荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 5】 前記冷却手段は、低温窒素ガスを発生するガス発生手段であることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 記載の荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 6】 前記チューブの出口近傍において該チューブ内の前記イオン搬送ガスを加熱して前記微小ミストを気化する再熱手段を具備することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 7】 静電気を除去するために帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給するチューブと、前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化して正負イオンとするイオン化手段とを備えた荷電粒子搬送式イオン化装置において、

ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生する二酸化炭素発生手段と、

前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 8】 静電気を除去するために帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給するチューブと、前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化して正負イオンとするイオン化手段とを備えた荷電粒子搬送式イオン化装置において、

ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生する二酸化炭素発生手段と、

前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混合させて電荷を有するドライアイスの微小な粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備し、

前記チューブは、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記ドライアイスの微小な粒子の有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記ドライアイスの微小な粒子によって前記帯電体の表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 9】 前記チューブの出口近傍において該チューブ内の前記イオン搬送ガスを加熱して前記ドライアイスの微小な粒子を昇華する再熱手段を具備することを特徴とする請求項 7 記載の荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 10】 前記イオン化手段は、軟 X 線発生装置又は密封放射性同位元素であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項記載の荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 1 1】 前記イオン搬送ガスは、高純度の非反応性ガスであり、

前記イオン化源は、低エネルギー電子線発生手段、紫外線発生手段、あるいは、沿面放電又はコロナ放電発生手段であることを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子搬送式イオン化装置。

【請求項 1 2】 静電気を除去するために、チューブにより帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給すると共に、前記チューブに供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化手段によってイオン化する荷電粒子搬送式イオン化方法において、

前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスを加湿し、前記加湿したイオン搬送ガスを冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させ、

前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化方法。

【請求項 1 3】 静電気を除去するために、チューブにより帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給すると共に、前記チューブに供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化手段によってイオン化する荷電粒子搬送式イオン化方法において、

前記イオン搬送ガスとして空気を使用し、前記チューブ内に供給する前記空気を冷却することにより、該空気中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させ、

前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化方法。

【請求項 1 4】 前記水蒸気を含む前記イオン搬送ガスを零度以下に冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気から氷の微粒子を発生させ、

前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて電荷を有する氷の微粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給し、

前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記氷の微粒子の有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記氷の微粒子によって前記帯電体表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 記載の荷電粒子搬送式イオン化方法。

【請求項 1 5】 静電気を除去するために、チューブにより帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給すると共に、前記チューブに供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化手段によってイオン化する荷電粒子搬送式イオン化方法において、

ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生し、

前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混

合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化方法。

【請求項 1 6】 静電気を除去するために、チューブにより帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給すると共に、前記チューブに供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化手段によってイオン化する荷電粒子搬送式イオン化方法において、

ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生し、

前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混合させて電荷を有するドライアイスの微小な粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給し、

前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記ドライアイスの微小な粒子を有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記ドライアイスの微小な粒子によって前記帯電体の表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴とする荷電粒子搬送式イオン化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主にクリーンルーム内で発生する静電気を除去するための荷電粒子搬送式イオン化装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、半導体や液晶ディスプレイ（以下、LCD）等を製造するクリーンルームでは、静電気の発生が問題となっている。半導体製造のクリーンルームの場合は、低湿度環境であることや、ウェハ及び半導体素子を運搬するプラスチック容器が帯電しやすいこと等が静電気の発生の原因となっている。この静電気は、ウェハ表面上に塵埃を付着させたり、ウェハ上の IC や半導体素子を破壊してしまい、製品の歩留りを低下させている。

【0003】 また、LCD の場合は、処理工程で異なる材質等と接触し、摩擦帯電による静電気が発生する。特に、この LCD に使用するガラス基板は、大面積で絶縁性が高く静電気が発生しやすいため、大量の静電気による静電破壊が製品の歩留りに影響を与えている。

【0004】 そこで、従来より、このようなクリーンルーム等の生産環境における静電気を除去する装置として、イオンにより帯電体の電荷を中和するイオン化装置が知られている。このイオン化装置は、正または負の電極に正または負の高電圧をそれぞれ印加することにより、コロナ放電を発生させる。そして、上記電極先端の周囲の空気を正と負とにイオン化し、このイオンを気流によって搬送して帯電体上の電荷を逆極性のイオンで中和する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなコロナ放電を利用したイオン化装置では、イオンの発生を容易にし、且つ発生したイオンの消耗を防止するために、電極は露出した状態で除電対象物の近傍に配設されている。このため、空気中の酸素がオゾン化し、シリコンウエハの表面が酸化される場合や、放電時に放電極から発生する電磁波により、精密機器やコンピュータ等の誤動作を引き起こす場合があった。また、コロナ放電により摩耗した電極から電極材が飛散したり、空気中の微量ガス成分がコロナ放電により粒子化して電極上に析出し、再飛散したりする場合があった。

【0006】また、近年、半導体やLCD等の製造装置は年々小型化が進んでおり、従来のイオン化装置では製造装置内に最適な設置スペースを確保することが困難となってきた。すなわち、イオン化装置によって有効な除電を行うためには、イオンを発生させるための電極と除電対象物との間に適当なサイズの空間が必要であったが、近年の製造装置の小型化に伴い、イオン化装置のためにこのような設置スペースを取ることが困難になっている。

【0007】更に、例えばLCDの製造工程においては、ガラス基板は接触・剥離により著しく帯電する。そのため、従来から、上述したようなイオン化装置により除電が行われている。しかし、生産装置の処理速度が速いために、ガラス基板は、完全には除電されずにカセットに収納されることが多い。このようなカセット内では、収納されたガラス基板とガラス基板との間が狭いため、従来のイオン化装置を使用した場合、イオン化した空気の流れが入っていかず、ガラス基板を除電することが困難であった。従って、そのような狭いスペースにおける静電気対策に対する要求も高まってきている。

【0008】以上のような問題を解決するために、帯電体から離れた場所に設置されたイオン発生ユニット内でイオンを発生させ、そのイオンをチューブ等の搬送手段で搬送し、帯電体を除電する方式のイオン化装置が検討されている。この場合、イオン発生ユニットとしては、例えば軟X線を用いたものが知られている。この軟X線を用いた場合、空気又は非反応性ガスのいずれをイオン化してもオゾンが発生することが無く、電極材の飛散や空気中の不純物の堆積及び再飛散のような発塵も無く、且つ、電磁ノイズの発生も起こらない。

【0009】また、イオン発生ユニットを帯電体から離れた場所に設置するため、製造装置内にイオン化装置のための設置スペースを取る必要が無く、また、イオンをチューブによって搬送することにより、帯電体近傍でイオンを発生させる従来のイオン化装置に比べて、狭いスペースに対しても除電を行うことができる。

【0010】しかしながら、このようなチューブによりイオンを搬送するイオン化装置においては、発生したイオンの拡散速度が速いため、搬送中にイオンの一部がチ

ューブの内壁に付着する場合があった。すなわち、付着することによってイオンが減少するため、チューブを長くすることが困難であり、イオンの搬送距離に限界があるという問題があった。

【0011】本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決するために提案されたものであり、その目的は、オゾンや電磁ノイズの発生及び発塵等を起こすことなく、狭いスペースに対しても除電を行うことのでき、且つ、イオンの搬送距離を長くすることできる荷電粒子搬送式イオン化装置及び方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、静電気を除去するために帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給するチューブと、前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化して正負イオンとするイオン化手段とを備えた荷電粒子搬送式イオン化装置、又は、静電気を除去するために、チューブにより帯電体の近傍に向かってイオン搬送ガスを供給すると共に、前記チューブに供給するイオン搬送ガスの一部をイオン化手段によってイオン化する荷電粒子搬送式イオン化方法において、次のような構成を有することを特徴としている。

【0013】請求項1記載の発明は、前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスを加湿する加湿手段と、前記加湿されたイオン搬送ガスを冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させる冷却手段と、前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備することを特徴としている。

【0014】請求項12記載の発明は、請求項1記載の発明を方法の観点から捉えたものであり、前記チューブ内に供給するイオン搬送ガスを加湿し、前記加湿したイオン搬送ガスを冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させ、前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給することを特徴としている。

【0015】請求項1及び12記載の発明によれば、以下のような作用が得られる。すなわち、イオン搬送ガスを正負イオンにイオン化すると共に、イオン搬送ガスを加湿及び冷却することによりイオン搬送ガス中の水蒸気を過飽和状態にし、微小ミストを発生させる。これら正負イオンと微小ミストを混合することにより、正負イオンが微小ミストに衝突等により付着して、正負の粗大荷電粒子が生成される。この粗大荷電粒子がチューブによって帯電体の近傍に向かって搬送され、帯電体を中和して静電気を除去する。

【0016】このように、正負イオンを粗大荷電粒子とすることにより、チューブ内において荷電粒子雲が自ら形成する電界によって、粗大荷電粒子のチューブの中央

10

20

30

40

50

から内壁に移動する速度、すなわち拡散速度が著しく低下する。このため、搬送中にチューブの内壁に付着するイオンの量を減少させることができ、最終的に帯電体に供給するイオンの量が減少するのを防止することができる。従って、チューブを十分に長くすることが可能となり、従来に比較してイオンの搬送距離を延ばすことができる。

【0017】請求項2記載の発明は、前記イオン搬送ガスとして空気を使用し、前記チューブ内に供給する前記空気を冷却することにより、該空気中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させる冷却手段と、前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備することを特徴としている。

【0018】請求項13記載の発明は、請求項2記載の発明を方法の観点から捉えたものであり、前記イオン搬送ガスとして空気を使用し、前記チューブ内に供給する前記空気を冷却することにより、該空気中の水蒸気を過飽和状態にして微小ミストを発生させ、前記正負イオンと前記微小ミストとを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給することを特徴としている。

【0019】請求項2又は13記載の発明によれば、イオン搬送ガスとして空気を使用するため、請求項1又は12の加湿手段が不要である。すなわち、空気中の水蒸気が冷却されることによって過飽和状態となり、微小ミストが発生する。この微小ミストと正負イオンが混合することにより粗大荷電粒子が生成され、この粗大荷電粒子がチューブによって帯電体の近傍に搬送される。このため、請求項1又は12記載の発明と同様に、搬送中にチューブの内壁に付着するイオンの量を減少させることができ、イオンの搬送距離を長くすることができる。

【0020】請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明において、前記水蒸気を含む前記イオン搬送ガスを零度以下に冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気から氷の微粒子を発生させる冷却手段と、前記正負イオンと前記氷の微粒子とを混合させて電荷を有する氷の微粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備し、前記チューブが、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記氷の微粒子の有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記氷の微粒子によって前記帯電体の表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴としている。

【0021】請求項14記載の発明は、請求項3記載の発明を方法の観点から捉えたものであり、請求項12又は13記載の発明において、前記水蒸気を含む前記イオン搬送ガスを零度以下に冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気から氷の微粒子を発生させ、前記正

負イオンと前記微小ミストとを混合させて電荷を有する氷の微粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給し、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記氷の微粒子の有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記氷の微粒子によって前記帯電体表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴としている。

【0022】請求項3又は14記載の発明によれば、イオン搬送ガス中の水蒸気が零度以下に冷却されることにより、氷の微粒子が発生する。この氷の微粒子が正負イオンによって荷電されることにより粗大荷電粒子となり、チューブによって帯電体の近傍に搬送される。このとき、氷の微粒子の有する電荷によって帯電体が除電されると同時に、氷の微粒子によって帯電体上の微粒子が弾き飛ばされる。このため、帯電体表面を洗浄することが可能となる。このように、質量の大きい固体の微粒子を物体表面に吹き付けて洗浄するため、水や空気等の流体を吹き付けて洗浄する場合に比べて、高い洗浄効果を得ることができる。

【0023】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記イオン搬送ガスにオゾン进行供給するオゾン発生装置を具備し、前記冷却手段が、前記水蒸気及び前記オゾンを含む前記搬送ガスを-80度以下に冷却することにより、該イオン搬送ガス中の水蒸気から氷の微粒子を発生させると共に該イオン搬送ガス中のオゾンからオゾンの微小ミストを生成し、前記チューブが、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記氷の微粒子及び前記オゾンの微小ミストの有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記氷の微粒子によって前記帯電体表面の微粒子を弾き飛ばすと共に、前記オゾンの微小ミストによって前記帯電体上の有機物を二酸化炭素と水とに分解して除去することにより、前記帯電体表面を洗浄することを特徴としている。

【0024】請求項4記載の発明によれば、イオン搬送ガス中にオゾンが供給され、そのイオン搬送ガスが-80度以下に冷却されることにより、氷の微粒子及びオゾンの微小ミストが生成され、粗大荷電粒子となり、チューブによって帯電体の近傍に搬送される。このとき、氷の微粒子及びオゾンの微小ミストの有する電荷によって帯電体が除電されると同時に、氷の微粒子によって帯電体上の微粒子が弾き飛ばされると共に、オゾンの微小ミストによって帯電体上の有機物が二酸化炭素と水とに分解され、除去される。このため、帯電体表面を効率よく洗浄することができる。

【0025】請求項5記載の発明は、請求項1、2、3又は4記載の発明において、前記冷却手段が、低温窒素ガスを発生するガス発生手段であることを特徴としている。請求項5記載の発明によれば、イオン搬送ガスが低温窒素ガスによって冷却され、イオン搬送ガス中の水蒸気が過飽和状態になって微小ミストが発生するか、ある



いは水蒸気が氷の微粒子となる。そのため、簡単な構成で粗大荷電粒子を生成することができる。

【0026】請求項6記載の発明は、請求項1又は2記載の発明において、前記チューブの出口近傍において該チューブ内の前記イオン搬送ガスを加熱して前記微小ミストを気化する再熱手段を具備することを特徴としている。請求項6記載の発明によれば、例えば電気ヒータ等でチューブの出口近傍を加熱することにより、微小ミストが気化して正負イオンとなり、それらが帯電体に供給される。

【0027】請求項7記載の発明は、ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生する二酸化炭素発生手段と、前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備することを特徴としている。

【0028】請求項15記載の発明は、請求項6記載の発明を方法の観点から捉えたものであり、ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生し、前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混合させて粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給することを特徴としている。

【0029】請求項7又は15記載の発明によれば、以下のような作用が得られる。すなわち、二酸化炭素の微小な粒子、すなわちドライアイスの粒子を発生し、それと正負イオンとを混合させることにより、正負の粗大荷電粒子が生成される。この粗大荷電粒子をチューブによって搬送することにより、上述した請求項1、2、12又は13記載の発明と同様に、搬送中にチューブの内壁に付着するイオンの量を減少させることができ、イオンの搬送距離を長くすることができる。

【0030】請求項8記載の発明は、ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生する二酸化炭素発生手段と、前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混合させて電荷を有するドライアイスの微小な粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給する粗大荷電粒子発生手段とを具備し、前記チューブが、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給することにより、前記ドライアイスの微小な粒子の有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記ドライアイスの微小な粒子によって前記帯電体の表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴としている。

【0031】請求項16記載の発明は、請求項8記載の発明を方法の観点から捉えたものであり、ドライアイスの微小な粒子を含む低温の二酸化炭素ガスを発生し、前記正負イオンと前記ドライアイスの微小な粒子とを混合させて電荷を有するドライアイスの微小な粒子である粗大荷電粒子とし、該粗大荷電粒子を前記チューブに供給し、前記粗大荷電粒子を前記帯電体の近傍に供給するこ

とにより、前記ドライアイスの微小な粒子を有する電荷によって前記帯電体を除電し、同時に前記ドライアイスの微小な粒子によって前記帯電体の表面の微粒子を弾き飛ばすことにより前記帯電体表面を洗浄することを特徴としている。

【0032】請求項8又は16記載の発明によれば、ドライアイスの粒子を荷電した粗大荷電粒子を帯電体に供給するため、その電荷により帯電体が除電されると同時に、ドライアイスの粒子によって帯電体上の微粒子が弾き飛ばされ、帯電体表面を洗浄することができる。このように、質量の大きい固体の微粒子を物体の表面に吹き付けて洗浄することにより、水や空気等の流体を吹き付けて洗浄する場合に比べて、高い洗浄効果を得ることができる。

【0033】請求項9記載の発明は、請求項7記載の発明において、前記チューブの出口近傍において該チューブ内の前記イオン搬送ガスを加熱して前記ドライアイスの微小な粒子を昇華する再熱手段を具備することを特徴としている。請求項9記載の発明によれば、例えば電気ヒータ等でチューブの出口近傍を加熱することにより、ドライアイスが昇華して正負イオンとなり、それらが帯電体に供給される。

【0034】請求項10記載の発明は、請求項1乃至9のいずれか1項記載の発明において、前記イオン化手段が、軟X線発生装置又は密封放射性同位元素であることを特徴としている。請求項10記載の発明によれば、イオン化の際に、オゾン及び電磁ノイズの発生、及び発塵を無くすることができる。

【0035】請求項11記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記イオン搬送ガスが、高純度の非反応性ガスであり、前記イオン化源が、低エネルギー電子線発生手段、紫外線発生手段、あるいは、沿面放電又はコロナ放電発生手段であることを特徴としている。請求項11記載の発明によれば、ガスとして高純度N<sub>2</sub>ガス等のオゾンを発生しない程度に酸素を含む非反応性ガスをを使用することにより、オゾン及び電磁ノイズの発生、及び発塵を無くすることができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0037】[1. 第1の実施の形態]

[1-1. 構成] 図1は、本発明の第1の実施の形態によるイオン化装置の構成を示す模式図である。同図に示すように、イオン化装置は、粗大荷電粒子発生部10と、搬送部20と、再熱部30と、ミキシング部40とから構成されている。粗大荷電粒子発生部10には、クリーンルーム内等の空気、又は高純度N<sub>2</sub>ガス等の非反応性ガスを（以下、イオン搬送ガスという）供給するガス供給手段である供給管4が設けられており、分岐管により2方向に配設されている。それぞれの供給管4a、

4 b は、バルブ 5 a、5 b、流量計 6 a、6 b 及びメンブレン・フィルタ 7 a、7 b を介して、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b の入口側に接続されている。

【0038】なお、ここで「高純度 N<sub>2</sub> ガス」とは、負イオンを形成する程度の酸素や水蒸気を含み、且つ、その酸素濃度はオゾンが発生しない程度（5%程度以下）である N<sub>2</sub> ガスであるものとする。

【0039】また、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b には、上記入口側に対向する出口側が搬送部 20 との接続部となっている。更に、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b の側面（又は上面）には、イオン化手段としてそれぞれ軟 X 線発生装置 9 a、9 b が設けられている。これら軟 X 線発生装置 9 a、9 b は、上記供給管 4 a、4 b から供給されるイオン搬送ガスを、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b 内でそれぞれイオン化するように構成されている。ここで、軟 X 線発生部 9 a、9 b のイオン発生チャンバ 8 a、8 b との接続部分には、軟 X 線照射窓 11 a、11 b が設けられており、ここから第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b 内に軟 X 線が照射される。

【0040】また、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b の側面（又は上面）には、加湿手段である水蒸気供給部 12 a、12 b と、冷却手段である液体 N<sub>2</sub> ガスポンプ等を利用した低温ガス供給部 13 a、13 b とが設けられている。すなわち、図示しない水蒸気発生装置及び低温ガス発生装置から、それぞれフィルタ 14 a、14 b 及び 15 a、15 b を介して、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b 内に水蒸気と N<sub>2</sub> ガス等の低温ガスとが供給される。なお、イオン搬送ガスとして空気を使用する場合、上記水蒸気供給部 12 a、12 b を省略してもよい。

【0041】この水蒸気供給部 12 a、12 b から供給する水蒸気が、低温ガス供給部 13 a、13 b から供給される低温ガスで冷却されることによって過飽和状態となり、微小ミストが発生する。そして、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b 内において、供給されるイオン搬送ガスに軟 X 線を照射することによって発生した正負のイオン（すなわち、微小荷電粒子）が、上記微小ミストに付着することにより正又は負のイオンを核とする粗大荷電粒子が生成される。なお、上記第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b は、請求項 1、2 及び 7 記載の粗大荷電粒子発生手段に対応している。

【0042】更に、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b 内において、軟 X 線照射窓 11 a、11 b より出口寄り、すなわち上記粗大荷電粒子の通る空間内に、ハニカム状のフィルタ電極 16 a、16 b がそれぞれ設けられている。フィルタ電極 16 a には正極の DC 高電圧電源 17 a、フィルタ電極 16 b には負極の高電圧電源 17 b がそれぞれ接続されている。すなわち、フ

ィルタ電極 16 a、16 b は、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b から取り出したい粗大荷電粒子と同極性の電圧が印加されることによって、反対極の粗大荷電粒子が吸収される。これにより、第 1 のイオン発生チャンバ 8 a では正極の粗大荷電粒子、第 2 のイオン発生チャンバ 8 b では負極の粗大荷電粒子が単極分離され、フィルタ電極 16 a、16 b を通って第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b の出口側から搬送部 20 に供給される。

【0043】また、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b の上記出口側には、搬送部 20 の搬送チューブ 18 a、18 b が接続されている。この搬送チューブ 18 a、18 b の材質としては、例えばテフロン、ポリプロピレン又は塩化ビニル等が使用される。

【0044】また、再熱部 30 は、搬送チューブ 18 a、18 b の出口手前に位置しており、電気ヒータ 19 a、19 b によって搬送チューブ 18 a、18 b の内部を加熱する構成となっている。すなわち、搬送チューブ 18 a、18 b 内の粗大荷電粒子を加熱することにより微小ミストが気化され、正又は負のイオンとなる。

【0045】更に、再熱部 30 に接続されたミキシング部 40 では、上記搬送チューブ 18 a によって搬送され、再熱部 30 で取り出された正イオンと、搬送チューブ 18 b によって搬送され、再熱部 30 で取り出された負イオンと混合される。すなわち、搬送チューブ 18 a、18 b の出口付近で正負のイオンが混合され、その出口の近傍に配置された帯電体 S に向けて供給される。

【0046】[1-2. 作用効果] 次に、上述した構成を有する本実施の形態の作用効果について説明する。すなわち、本実施の形態では、以下のようにして帯電体 S 上の電荷が除電される。まず、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b において、供給管 4 a、4 b から供給された空気もしくは非反応性ガスが、軟 X 線発生部 9 a、9 b によって軟 X 線が照射されることにより、正負のイオンとなる。

【0047】また、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a、8 b 内に、それぞれ、水蒸気供給部 12 a、12 b から水蒸気が供給され、低温ガス供給部 13 a、13 b から低温 N<sub>2</sub> ガス等の低温ガスが供給される。これにより、水蒸気供給部 12 a、12 b から供給される水蒸気が低温ガスによって冷却され、過飽和状態となり、微小ミストが発生する。このため、発生した正負のイオン、すなわち微小荷電粒子が、微小ミストに付着することによって正負の粗大荷電粒子が生成される。

【0048】そして、第 1 のイオン発生チャンバ 8 a においては、フィルタ電極 16 a に正極の電圧が印加されているため、フィルタ電極 16 a に負イオンから生成された粗大荷電粒子が吸収される。これにより、正イオンから生成された粗大荷電粒子がフィルタ電極 16 a を通って搬送部 20 に供給される。一方、第 2 のイオン発生

チャンバ 8 b においては、フィルタ電極 16 b に負極の電圧が印加されているため、フィルタ電極 16 b に正イオンから生成された粗大荷電粒子が吸収される。これにより、負イオンから生成された粗大荷電粒子がフィルタ電極 16 b を通って搬送部 20 に供給される。

【0049】このようにして搬送部 20 に供給される正負の粗大荷電粒子は、それぞれ搬送チューブ 18 a, 18 b によって再熱部 30 まで搬送される。そして、再熱部 30 において電気ヒータ 19 a, 19 b によって加熱されることにより、微小ミストが気化し、搬送チューブ 18 a では正イオンとなり、搬送チューブ 18 b では負イオンとなる。これらはミキシング部 40 において混合され、帯電体 S に供給されて帯電体 S の正負の電荷をそれぞれ中和する。

【0050】上述したようなイオン発生チャンバ 8 a, 8 b において発生する空気イオン、すなわち微小荷電粒子の直径は、正イオンの場合は 1 nm 程度であり、負イオンの場合は正イオンより 2~3 割程度小さい。これら正負のイオンの電気移動度は、それぞれ  $1.26 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{Vs}$ ,  $1.56 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{Vs}$  である。

【0051】ここで、図 2 に、荷電粒子の大きさに対する電気移動度を示す。このグラフに示すように、イオンが微小ミストに付着して生成される粗大荷電粒子の直径が  $0.1 \mu\text{m}$  である場合、電気移動度は  $10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  ( $10^{-8} \text{ m}^2 / \text{Vs}$ ) まで低下する。この結果、搬送チューブ 18 a, 18 b 内において荷電粒子雲が自ら形成する電界により、搬送チューブ 18 a, 18 b の中央から内壁に移動する荷電粒子の速度が著しく遅くなる。このため、搬送中に搬送チューブ 18 a, 18 b の内壁に付着するイオンの数を減少させることができ、最終的に帯電体 S に供給するイオンの数が減少するのを防止することができる。従って、搬送チューブ 18 a, 18 b を十分に長くすることが可能となり、イオンの搬送距離を従来に比べて延ばすことができる。

【0052】また、本実施の形態では、イオン化源として軟 X 線を用いているため、空気もしくは非反応性ガスのいずれをイオン化してもオゾンが発生することが無い。また、電極材の飛散や空気中の不純物の堆積及び再飛散のような発塵が無く、且つ、電磁ノイズも発生しない。更に、別個に配置されたイオン発生チャンバ 8 a, 8 b 内で発生した正負の粗大荷電粒子を、搬送チューブ 18 a, 18 b で帯電体 S 近傍まで搬送する構成であるため、例えばカセット内に収納したガラス基板の隙間等、狭いスペースに対しても除電を行うことができる。

【0053】〔2. 第 2 の実施の形態〕

〔2-1. 構成〕図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態によるイオン化装置の構成を示す模式図である。同図において、上述した図 1 に示す第 1 の実施の形態と同様の部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0054】上述した第 1 の実施の形態では、粗大荷電粒子発生部 10 として、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a, 8 b 内で正負イオンの発生と粗大荷電粒子の発生とを行っていたが、本実施の形態では、イオン発生部 101 と粒子発生部 102 とが別個に設けられている。すなわち、粗大荷電粒子発生部 10 は、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a, 8 b から構成されるイオン発生部 101 と、イオンから粗大荷電粒子を生成する粒子発生部 102 とからなる。

【0055】従って、第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a, 8 b において、軟 X 線発生部 9 a, 9 b により、供給管 4 a, 4 b から供給される空気又は非反応性ガスがイオン化される。そして、第 1 のイオン発生チャンバ 8 a では、フィルタ電極 16 a に負イオンが吸収されることにより、正イオンが単極分離され、第 2 のイオン発生チャンバ 8 b では、フィルタ電極 16 b に正イオンが吸収されることにより、負イオンが単極分離されるようになっている。

【0056】また、粒子発生部 102 には、ケーシング 21 a, 21 b が設けられており、それぞれ第 1 及び第 2 のイオン発生チャンバ 8 a, 8 b から発生する正負のイオンが供給されるようになっている。更に、ケーシング 21 a, 21 b の側面 (又は上面) には、水蒸気供給部 12 a, 12 b と低温ガス供給部 13 a, 13 b とが設けられており、それぞれケーシング 21 a, 21 b 内部に水蒸気と  $\text{N}_2$  ガス等の低温ガスとを供給するようになっている。すなわち、ケーシング 21 a, 21 b 内部において、第 1 の実施の形態と同様に、水蒸気を低温ガスで冷却することにより過飽和状態にし、微小ミストを発生させる構成となっている。そして、これらケーシング 21 a, 21 b 内部に供給される正負のイオンが、上記微小ミストに付着することによって、粗大荷電粒子が生成されるようになっている。

【0057】また、上記粒子発生部 102 は搬送部 20 に接続されており、各ケーシング 21 a, 21 b から発生する正負の粗大荷電粒子が、搬送チューブ 18 a, 18 b に供給される。

【0058】〔2-2. 作用効果〕次に、上述した構成を有する本実施の形態の作用効果について説明する。すなわち、本実施の形態では、上述した第 1 の実施の形態と同様に帯電体 S 上の電荷が除電される。すなわち、イオン発生部 101 の第 1 のイオン発生チャンバ 8 a で発生した正負のイオンのうち、負イオンがフィルタ電極 16 a に吸収され、正イオンがフィルタ電極 16 b を通って粒子発生部 102 のケーシング 21 a に供給される。一方、第 2 のイオン発生チャンバ 8 b では、正イオンがフィルタ電極 16 b に吸収され、負イオンがフィルタ電極 16 b を通ってケーシング 21 b に供給される。

【0059】このとき、ケーシング 21 a, 21 b 内部に、水蒸気供給部 12 a, 12 b から水蒸気が供給され

ると共に、低温ガス供給部13a, 13bからN<sub>2</sub>ガス等の低温ガスが供給される。これにより、水蒸気供給部12a, 12bから供給される水蒸気が低温ガスによって冷却され、過飽和状態となり、微小ミストが発生する。このため、発生した正負のイオン、すなわち微小荷電粒子が、微小ミストに付着することによってイオンを核とする粗大荷電粒子が生成される。

【0060】これら正負の粗大荷電粒子は、第1の実施の形態と同様に、それぞれ搬送チューブ18a, 18bによって搬送され、再熱部30において電気ヒータ19a, 19bによって加熱することにより、微小ミストが気化して正負のイオンとなる。そして、ミキシング部40において混合され、帯電体Sに供給されて帯電体Sの正負の電荷をそれぞれ中和する。

【0061】以上のように、本実施の形態により、第1の実施の形態と同様に、搬送チューブ18a, 18b内において荷電粒子雲が自ら形成する電界により、荷電粒子の搬送チューブ18a, 18bの中央から内壁に移動する速度が著しく遅くなる。このため、搬送中に搬送チューブ18a, 18bに付着するイオンの量を減少させることができ、イオンの搬送距離を長くすることが可能となる。

【0062】[3. 他の実施の形態] なお、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、以下に示すような各種態様も可能である。すなわち、具体的な各部材の形状、あるいは取付位置及び方法は適宜変更可能である。例えば、上述した各実施の形態のように単極の粗大荷電粒子を別々に搬送する構成ではなく、両極の粗大荷電粒子を搬送する構成であってもよい。

【0063】また、水蒸気を含むイオン搬送ガスを冷却する手段としては、窒素に限らず、他の低温ガスであってもよい。更に、イオン発生チャンバの一部あるいは全体を液体窒素、水等の冷媒あるいは熱電冷凍素子等で冷却し、間接的にイオン搬送ガスを冷却する方法であってもよい。

【0064】また、水蒸気と低温窒素ガスとにより微小ミストを発生するのではなく、微小ミストの大きさ(サブミクロンオーダー)に対応するドライアイスの粒子を生成するようにしてもよい。そして、そのような粒子を含む二酸化炭素ガスをノズルによってイオン発生チャンバ8a, 8b又はケーシング21a, 21b(図3)内に吹き込み、正負イオンで荷電する。この場合、二酸化炭素の発生手段として液化炭酸ガスを使用することができ。

【0065】そして、水蒸気を用いた場合と同様に、ドライアイスの粒子を正負イオンで荷電した粗大荷電粒子を搬送チューブ18a, 18bで搬送し、再熱部30で加熱してドライアイスの粒子を昇華し、残った正負イオンで帯電体Sを除電する。

【0066】また、このようにドライアイスの粒子を搬

送する方式の場合、再熱部30を設けずに、搬送チューブ18a, 18bで搬送した粗大荷電粒子をそのまま帯電体Sに供給する構成としてもよい。これにより、帯電体Sを除電すると同時に、ドライアイスの粒子によって帯電体S上の微粒子を弾き飛ばし、帯電体Sの表面を洗浄することができる。

【0067】更に、水蒸気を用いる場合でも、水蒸気を冷却する際に零度以下まで冷却することにより、氷の微粒子を発生するようにしてもよい。これにより、上記ドライアイスの粒子と同様に、氷の微粒子によって帯電体S上の微粒子を弾き飛ばしてその表面を洗浄することができる。このように、質量の大きな固体の微粒子を物体の表面に吹き付けて洗浄する方法は、水や空気等の流体を吹き付けて洗浄する方法に比べて洗浄効果が高い。

【0068】また、イオン化手段としては、軟X線発生装置に限らず、低エネルギー電子線発生装置、密封放射性同位元素、紫外線発生装置、あるいは、沿面放電又はコロナ放電発生装置等でもよい。なお、低エネルギー電子線発生装置としては、例えばウシオ電機株式会社製の超小型電子ビーム照射管チューブを使用して、数10kVの低い動作電圧で電子ビーム(ソフトエレクトロン)を取り出すものを使用することができる。

【0069】また、上記低エネルギー電子線発生装置、紫外線発生装置、あるいは、沿面放電又はコロナ放電発生装置によってイオン化する場合は、オゾンの発生を防止するために、高純度N<sub>2</sub>ガス等のような非反応性ガスをイオン化する。更に、低エネルギー電子線発生装置、紫外線発生装置等を使用する場合は、軟X線発生装置の場合と同様に、イオン発生チャンバ8a, 8bに設けられた照射窓を介して各線を照射させるが、密封放射性同位元素を使用する場合は、それ自体をイオン発生チャンバ内に設置する。また、沿面放電又はコロナ放電発生装置を使用する場合は、イオン発生部をイオン発生チャンバ8a, 8b内に設置する。

【0070】更に、上述した各実施の形態におけるイオン化装置において、オゾン発生装置を設けてイオン搬送ガスにオゾンを供給するようにしてもよい。この場合、オゾンは-80℃以下で液化するため、イオン搬送ガスを低温N<sub>2</sub>ガス等で-80℃以下に冷却することによってオゾンの微小ミストと氷の微粒子とを生成し、再熱することなしに帯電体Sに供給する。これにより、氷の微粒子とオゾンの微小ミストの有する電荷によって帯電体Sが除電されると共に、帯電体S上の微粒子が氷の微粒子によって除去される。また、オゾンは強力な酸化作用で有機物を分解する性質を有するため、このオゾンの微小ミストにより、帯電体S上の有機物が二酸化炭素と水とに分解され、除去される。このように、氷の微粒子とオゾンの微小ミストにより、帯電体S表面を洗浄することが可能となる。

【0071】[4. 実験結果] ここで、図4に、微小荷

電粒子（イオン）を粗大化して搬送し、帯電体を除電する実験装置の概略図を示す。この実験装置では、正に帯電した金属プレートを負の粗大荷電粒子によって除電するようになっている。同図において、エアポンプ 51、バルブ 52 及び流量計 53 を介して、空気を 110 L/min で取り込むようになっている。また、この空気を、T 字継手 54 を介して、低温窒素ガス発生装置 55 から発生する低温窒素ガスと混合させる。

【0072】低温窒素ガス発生装置 55 は、液体窒素（沸点：-196℃）を入れたポリエチレン製の容器 56 を、常温の水が入った水槽 57 内に配置した構成となっている。すなわち、容器 56 内の液体窒素を水槽 57 内の水によって気化することにより、低温窒素ガスを発生するようになっている。このような低温窒素ガスと混合することにより、空気中の水蒸気が過飽和状態となる。そして、このような空気を、イオン発生チャンバ 58 内に吹き込む。

【0073】イオン発生チャンバ 58 は、幅が約 5 cm、高さが約 5 cm、及び長さが約 25 cm となっており、上面もしくは側面に照射窓 59 を介して軟 X 線発生装置 60 が設けられている。すなわち、この軟 X 線発生装置 60 から発生する軟 X 線が、照射窓 59 を通してイオン発生チャンバ 58 内に照射され、イオン発生チャンバ 58 内に正負のイオンが発生するようになっている。

【0074】上述したように、イオン発生チャンバ 58 内に吹き込まれる空気は、水蒸気が過飽和状態となっているため、微小ミストを含んでいる。従って、イオン発生チャンバ 58 内では、軟 X 線によって発生した正負のイオンが上記微小ミストに付着することにより正負の粗大荷電粒子が発生する。

【0075】また、イオン発生チャンバ 58 内において、出口近傍にはハニカム状のフィルタ電極 61 が設けられており、このフィルタ電極 61 より入口側の内壁面には背面電極 62 が形成されている。これらフィルタ電極 61 及び背面電極 62 には、負の高圧電源 63 により負の高電圧が印加されている。これにより、上述したように発生した正負の粗大荷電粒子のうち正の粗大荷電粒子が、フィルタ電極 61 及び背面電極 62 に吸収され、負の粗大荷電粒子のみが搬送チューブ 64 に流れ込む。この搬送チューブ 64 は、テフロン製であって、内径が約 15 mm、長さが約 2 m となっている。

【0076】また、上記搬送チューブ 64 の出口近傍に、例えば米国イオンシステムズ社製 CPM210 のような帯電プレートモニタ 65 の 15 cm × 15 cm の金属プレート 66 を配置する。そして、搬送チューブ 64 から、負の粗大荷電粒子雲を含む空気を金属プレート 66 に吹き付ける。ここで、金属プレート 66 は予め +1 kV に帯電しており、帯電プレートモニタ 65 により、この金属プレート 66 が負の粗大荷電粒子によって中和され +0.1 kV に電位が減衰するまでの時間を測定す

る。すなわち、この電位減衰時間が短い程、搬送チューブ 64 によって搬送されてくる負の粗大荷電粒子の数が多いたことが分かる。

【0077】また、予め、イオン発生チャンバ 58 内でイオンを粗大化させずに負のイオンをそのまま搬送チューブ 64 にて搬送し、金属プレート 66 に吹き付けた場合の時間を測定しておく。この結果、イオンを粗大化させない場合、電位減衰時間は約 30 秒であったのに対し、イオンを粗大化した場合、すなわち粗大荷電粒子を生成して搬送した場合は、電位減衰時間は 1 秒以下であった。

【0078】以上のことから、微小荷電粒子であるイオンを粗大化して粗大荷電粒子とすることにより、チューブ内壁に付着するイオンの量を低減することができ、多くのイオンを搬送することが可能となる。なお、上記実験装置では負の粗大荷電粒子を搬送する場合について示したが、正の粗大荷電粒子の場合も同様である。また、両極イオンを粗大化し搬送する場合も同様である。

#### 【0079】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、微小荷電粒子である正負イオンを微小ミスト等と混合することによって粗大荷電粒子とし、この粗大荷電粒子をチューブによって搬送するため、搬送中にチューブの内壁に付着するイオンの量を減少させることができる。そのため、イオンの搬送距離を長くすることができる。また、そのため、狭いスペースに対しても十分に除電を行うことが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による荷電粒子搬送式イオン化装置の構成を示す模式図である。

【図 2】荷電粒子の大きさに対する電気移動度を示すグラフである。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態による荷電粒子搬送式イオン化装置の構成を示す模式図である。

【図 4】微小荷電粒子を粗大化して搬送する実験装置の構成を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

- 10…粗大荷電粒子発生部
- 20…搬送部
- 30…再熱部
- 40…ミキシング部
- 4, 4a, 4b…供給管
- 5a, 5b…バルブ
- 6a, 6b…流量計
- 7a, 7b…メンブレン・フィルタ
- 8a…第 1 のイオン発生チャンバ
- 8b…第 2 のイオン発生チャンバ
- 9a, 9b…軟 X 線発生装置
- 11a, 11b…軟 X 線照射窓
- 12a, 12b…水蒸気供給部

13 a, 13 b...低温ガス供給部

\* 19 a, 19 b...電気ヒータ

14 a, 14 b, 15 a, 15 b...フィルタ

101...イオン発生部

16 a, 16 b...フィルタ電極

102...粒子発生部

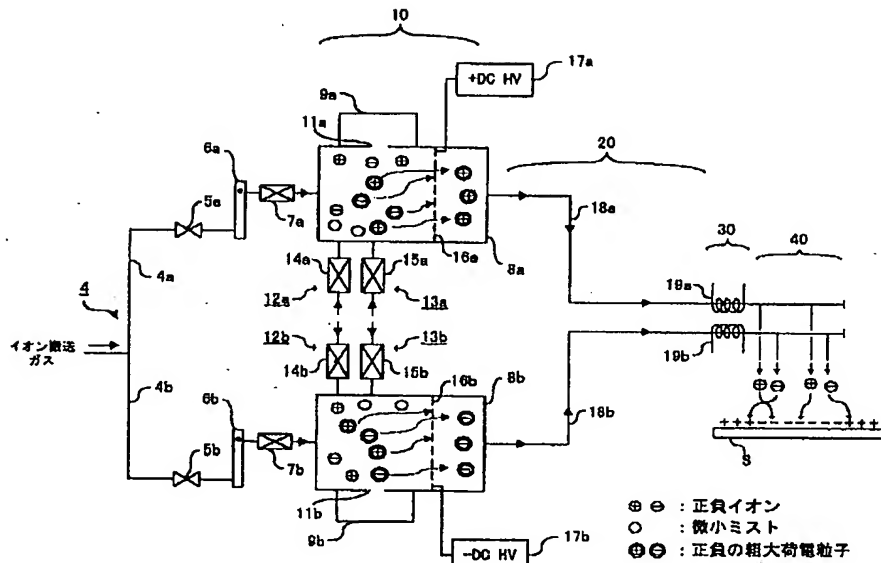
17 a, 17 b...DC高電圧電源

21 a, 21 b...ケーシング

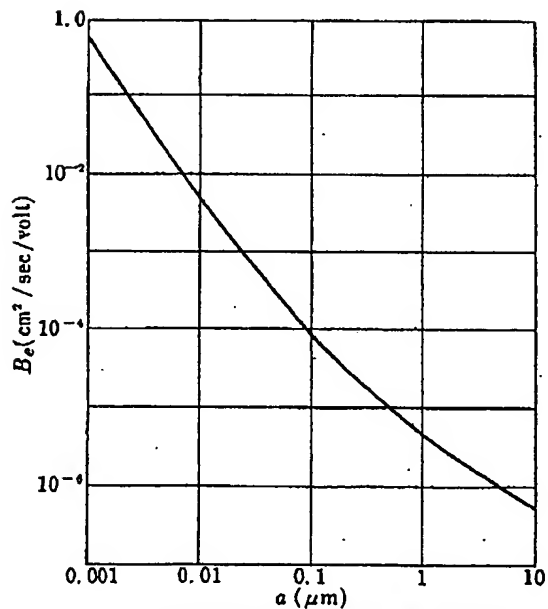
18 a, 18 b...搬送チューブ

\*

【図1】

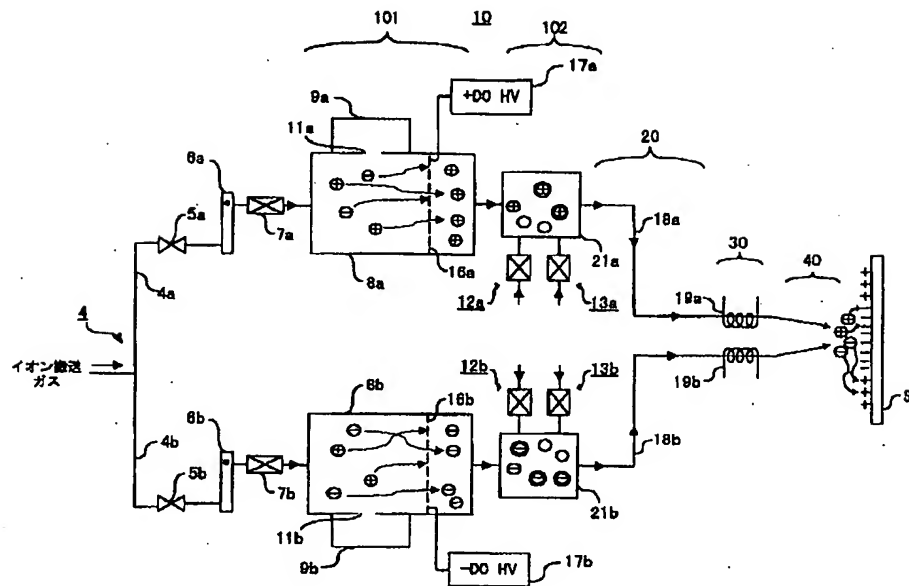


【図2】

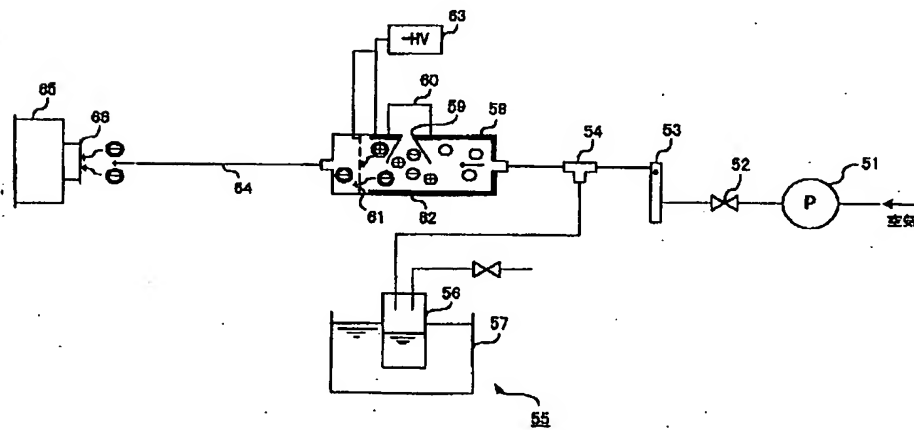


単位電荷を有する粒子の電気移動度

【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 政典  
東京都港区南青山2丁目3番6号 株式会  
社テクノ菱和内

(72)発明者 和泉 貴晴  
東京都港区南青山2丁目3番6号 株式会  
社テクノ菱和内

Fターム(参考) 5G067 AA42 DA22